

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-218909

(43)Date of publication of application : 18.08.1995

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

G02B 27/18

G02F 1/13

(21)Application number : 06-008791

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 28.01.1994

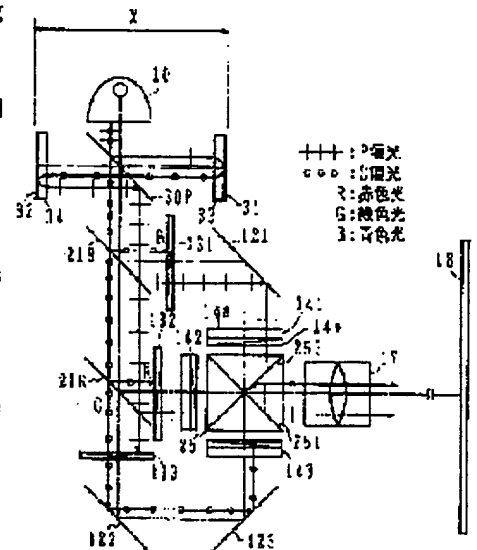
(72)Inventor : KOBAYASHI TETSUYA
GOTO TAKESHI
SUZUKI TOSHIHIRO
YAMAGUCHI HISASHI

(54) PROJECTIVE DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce color nonuniformity on a screen without extending the length of an optical path between a light valve and a projective lens.

CONSTITUTION: Optical path different length equalizing optical systems 31-34 are arranged between a white light source 10 and separate optical systems 21B, 21R, 121-123 and 131-133 and composed of a polarized beam splitter 30P for transmitting the S polarized light of light radiated from the white light source 10 and reflectively deflecting the P polarized light, full reflection mirrors 31 and 32 arranged while being faced each other through the polarized beam splitter 30P and 1/4 wavelength plates 33 and 34 respectively coupled to the front faces of the full reflection mirrors 31 and 32, and a double optical path-length X between the full reflection mirrors 31 and 32 is equalized with an optical path length between the dichroic mirror 21R and the full reflection mirror 122 of the separate optical systems. The optical path different length equalizing optical systems can be integrated into the separate optical systems so as not to be separated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-218909

(43) 公開日 平成7年(1995)8月18日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1335	5 3 0			
G 0 2 B 27/18	Z			
G 0 2 F 1/13	5 0 5			

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平6-8791

(22) 出願日 平成6年(1994)1月28日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 小林 哲也

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 後藤 猛

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 鈴木 敏弘

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 松本 眞吉

最終頁に続く

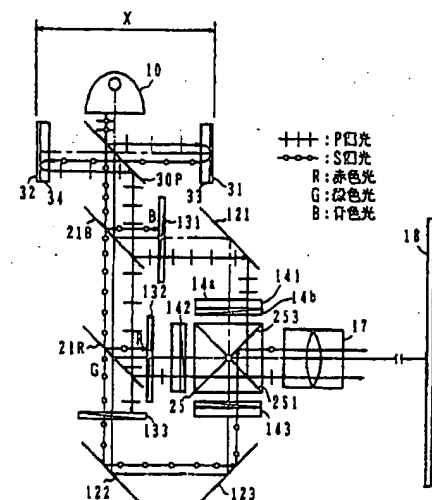
(54) 【発明の名称】 投写型表示装置

(57) 【要約】

【目的】 ライトバルブと投写レンズとの間の光路長を長くすることなく、スクリーン上での色むらを低減する。

【構成】 光路差等長化光学系 31~34 は、白色光源 10 と分色光学系 21B、21R、1221~1223、131~133 との間に配置され、白色光源 10 から放射された光のうち S 偏光を透過させ P 偏光を反射偏向させる偏光ビームスプリッタ 30P と、偏光ビームスプリッタ 30P を介し対向して配置された全反射ミラー 31 及び 32 と、全反射ミラー 31 及び 32 の前面にそれぞれ接合された 1/4 波長板 33 及び 34 とからなり、全反射ミラー 31、32 間の光路長 X の 2 倍が分色光学系のダイクロイックミラー 21R と全反射ミラー 122 との間の光路長に等しくされる。光路差等長化光学系は、分色光学系に一体不可分に組み込むこともできる。

本発明の第 1 実施例の投写型表示装置の光学系図



10: 白色光源 30P: 偏光ビームスプリッタ
 17: 投写レンズ 31, 32, 121~123: 全反射ミラー
 18: スクリーン 33, 34: 1/4波長板
 21R, 21B: ダイクロイックミラー 131~133: 偏光子
 25: ダイクロイックプリズム 141~143: ライトバルブ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 白色光源（10）と、

第1～第3原色からなる光の3原色の第1原色の映像信号に応じた画像の光を透過させる第1ライトバルブ（141）と、

該第1ライトバルブの近く且つ該第1ライトバルブと略直角に配置され、第2原色の映像信号に応じた画像の光を透過させる第2ライトバルブ（142）と、

該第1ライトバルブと対向して配置され、第3原色の映像信号に応じた画像の光を透過させる第3ライトバルブ（143）と、

該白色光源から放射された光を第1～第3原色の光（R、G、B）に分離し且つ直線偏光にしてそれぞれ該第1～第3ライトバルブに入射させる分離光学系（21B、21R、121～123、131～133）と、
該第1～第3ライトバルブに囲まれ該第1～第3ライトバルブを通った該第1～第3原色光を混合させ又は互いに平行にさせる混合光学系（25）と、

該混合光学系を通った該第1～第3原色光をスクリーン（18）上に投写させる投写レンズ（17）と、

該第1～第3原色光の、該白色光源から該第1～第3ライトバルブまでの光路長を互いに略等しくするための光路差等長化光学系（31～34）と、

を有することを特徴とする投写型表示装置。

【請求項2】 前記光路差等長化光学系（31～34）は、前記白色光源（10）と前記分離光学系（21B、21R、121～123、131～133）との間に配置され、

該白色光源から放射された光のうちP偏光とS偏光との一方である第1偏光を透過させP偏光とS偏光との他方である第2偏光を反射偏向させる偏光ビームスプリッタ（30P）と、

該偏光ビームスプリッタで反射偏向された光を逆反射させ該偏光ビームスプリッタに入射させる第1全反射器（31）と、

該偏光ビームスプリッタと該第1全反射器との間の光路中に配置された第1の1/4波長板（33）と、

該第1の1/4波長板を往復透過して該偏光ビームスプリッタを透過した光を逆反射させる第2全反射器（32）と、

該偏光ビームスプリッタと該第2全反射器との間の光路中に配置された第2の1/4波長板（34）と、

を有し、該分離光学系は、該偏光ビームスプリッタを直接透過した第1偏光を、前記第3原色光にしかつ直線偏光にして前記第3ライトバルブ（143）に入射させ、該偏光ビームスプリッタで反射偏向され該第1及び第2の全反射器（120、121）の間を往復して該偏光ビームスプリッタで反射偏向された第2偏光を、前記第1及び第2の原色光に分離しかつ直線偏光にしてそれぞれ前記第1及び第2のライトバルブに入射させる、

ことを特徴とする請求項1記載の投写型表示装置。

【請求項3】 前記光路差等長化光学系（31～34）は、前記白色光源（10）と前記分離光学系（21B、21R、121～123、131～133）との間に配置され、

該白色光源から放射された光のうちP偏光とS偏光との一方である第1偏光を反射偏向させP偏光とS偏光との他方である第2偏光を透過させる偏光ビームスプリッタ（30S）と、

10 該偏光ビームスプリッタを透過した光を逆反射させ該偏光ビームスプリッタに入射させる第1全反射器（31）と、

該偏光ビームスプリッタと該第1全反射器との間の光路中に配置された第1の1/4波長板（33）と、

該第1の1/4波長板を往復透過して該偏光ビームスプリッタで反射偏向された光を逆反射させる第2全反射器（32）と、

該偏光ビームスプリッタと該第2全反射器との間の光路中に配置された第2の1/4波長板（34）と、

20 を有し、前記分離光学系は、該偏光ビームスプリッタで直接反射偏向された第1偏光を、前記第3原色光にしかつ直線偏光にして前記第3ライトバルブ（143）に入射させ、該偏光ビームスプリッタを透過し該第1及び第2の全反射器の間を往復して該偏光ビームスプリッタを透過した第2偏光を、前記第1及び第2の原色光に分離しかつ直線偏光にしてそれぞれ前記第1及び第2のライトバルブ（141、142）に入射させる、

ことを特徴とする請求項1記載の投写型表示装置。

【請求項4】 前記光路差等長化光学系は、前記分離光学系に組み込まれており、該分離光学系及び該光路差等長化光学系は、

前記白色光源（10）から放射された光のうち、前記第1原色光のP偏光とS偏光との一方である第1偏光を反射偏向させ残りを透過させる第1の偏光ダイクロイック反射器（35）と、

該第1の偏光ダイクロイック反射器を透過した光のうち、第2原色光の第1偏光又は第2偏光を反射偏向させ残りを透過させる第2の偏光ダイクロイック反射器（36）と、

40 該第2の偏光ダイクロイック反射器を透過した光のうち、第1原色光の光を逆反射させ残りを透過させる第1ダイクロイック反射器（38）と、

該第2の偏光ダイクロイック反射器と該第1ダイクロイック反射器との間の光路中に配置された1/4波長板（33）と、

該第1ダイクロイック反射器を透過した光のうち、第3原色光を反射偏向させ残りを透過させる第2ダイクロイック反射器（37）と、

50 該第1及び第2の偏光ダイクロイック反射器並びに該1/4波長板を透過し、該第1ダイクロイック反射器で逆

反射され、該1/4波長板及び該第2の偏光ダイクロイック反射器を透過し、さらに該第1の偏光ダイクロイック反射器で反射偏向された光を反射偏向させ前記第1ライトバルブ(141)に入射させる第1全反射器(121)と、

該第2ダイクロイック反射器を透過した光を逆反射させる第2全反射器(122)と、

該第2ダイクロイック反射器で反射偏向された光を反射偏向させ前記第3ライトバルブ(143)へ入射させる第3全反射器(123)と、

該第2ダイクロイック反射器と該第3ライトバルブとの間の光路中に配置された偏光子(133)と、

を有し、該第2の偏光ダイクロイック反射器及び該1/4波長板を透過し該第1ダイクロイック反射器で逆反射され、該1/4波長板を透過し該第2の偏光ダイクロイック反射器で反射偏向された第2原色光が前記第2ライトバルブ(142)に入射するように該第2の偏光ダイクロイック反射器が配置され、該第1の偏光ダイクロイック反射器と該第1ダイクロイック反射器との間の光路長が該第2の偏光ダイクロイック反射器と該第2全反射器との間の光路長に略等しくされ、かつ、該第2ダイクロイック反射器と該第2全反射器との間の光路長の2倍が該第1の偏光ダイクロイック反射器と該第2の偏光ダイクロイック反射器との間の光路長よりも短くされていることを特徴とする請求項1記載の投写型表示装置。

【請求項5】 前記光路差等長化光学系は、前記分離光学系に組み込まれており、該分離光学系及び該光路差等長化光学系は、

前記白色光源(10)から放射された光のうち、前記第1原色光のP偏光とS偏光との一方である第1偏光を反射偏向させ残りを透過させる第1の偏光ダイクロイック反射器(35)と、

該第1の偏光ダイクロイック反射器で反射された光を逆反射させる第1全反射器(31)と、

該第1の偏光ダイクロイック反射器と該第1全反射器との間の光路中に配置された第1の1/4波長板(33)と、

該第1全反射器で反射され該第1の1/4波長板及び該第1の偏光ダイクロイック反射器を透過した光を反射偏向させ前記第1ライトバルブ(141)に入射させる第2全反射器(32)と、

該第1の偏光ダイクロイック反射器を直接透過した光のうち、第2原色光の第1偏光又は第2偏光を反射偏向させ残りを透過させる第2の偏光ダイクロイック反射器(36)と、

該第2の偏光ダイクロイック反射器で反射偏向された光を逆反射させる第3全反射器(32)と、

該第2の偏光ダイクロイック反射器と該第3全反射器との間の光路中に配置された第2の1/4波長板(34)と、

該第2の偏光ダイクロイック反射器を直接透過した光を反射偏向させ前記第3ライトバルブ(143)に入射させる第4及び第5の全反射器(122、123)と、
該第2の偏光ダイクロイック反射器と該第3ライトバルブとの間の光路中に配置され第3原色の直線偏光のみを透過させる偏光子(133)と、

を有し、該第3全反射器で逆反射され該第2の1/4波長板を透過して該第2の偏光ダイクロイック反射器を透過した光が前記第2ライトバルブ(142)に入射されることを特徴とする請求項1記載の投写型表示装置。

【請求項6】 前記光路差等長化光学系は、前記分離光学系に組み込まれており、該分離光学系及び該光路差等長化光学系は、

互いに交差する面の一方に、前記白色光源(10)から放射された光のうち、第1原色光、及び、第2原色光のP偏光とS偏光との一方である第1偏光を反射偏向させ残りを透過させる第1の偏光ダイクロイックミラー面(411)が形成され、該交差面の他方に、該白色光源から放射された光のうち、第3原色光、及び、第2原色光のP偏光とS偏光との他方である第2偏光を反射偏向させ残りを透過させる第2の偏光ダイクロイックミラー面(413)が形成された偏光ダイクロイック反射器(41)と、

該第1の偏光ダイクロイックミラー面で反射偏向された光を反射偏向させ前記第1ライトバルブ(141)に入射させる第1及び第2の全反射器(120、121)と、

該第1の偏光ダイクロイックミラー面と該第1ライトバルブとの間の光路中に配置され、該第1偏光を遮光する第1偏光子(131)と、

該第2の偏光ダイクロイックミラー面で反射偏向された光を反射偏向させ前記第3ライトバルブ(143)に入射させる第3及び第4の全反射器(122、123)と、

該第3全反射器(32)と該第4全反射器との間の光路中に配置され、該第2全反射器(32)で反射された第2原色光を逆反射させ第3原色光を透過させるダイクロイック反射器(38)と、

該第2の偏光ダイクロイックミラー面と該ダイクロイック反射器との間の光路中に配置された1/4波長板(33)と、

該ダイクロイック反射器と該第3ライトバルブとの間の光路中に配置された第2偏光子(133)と、

を有し、該ダイクロイック反射器で逆反射され、該第3全反射器で反射偏向されて該第1の偏光ダイクロイックミラー面で反射偏向された第2原色光が前記第2ライトバルブ(142)に入射するように該偏光ダイクロイック反射器が配置され、該ダイクロイック反射器及び1/4波長板を除いた構成が該白色光源の光軸を通る対称面を有し、該第3全反射器と該ダイクロイック反射器との

間の光路長の2倍が該第2の偏光ダイクロイックミラー面と該第3全反射器との間の光路長よりも短くされていることを特徴とする請求項1記載の投写型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光源からの白色光を三原色光に分離し、その各々をライトバルブに通した後、混色し、投写レンズに通してスクリーン上に拡大投写する投写型表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図19は、この種の投写型表示装置を示す。白色光源10から放射された平行光は、ダイクロイックミラー11Rにより、透過光である赤色光Rと、残りの反射光とに分割され、反射光はさらに、ダイクロイックミラー11Bにより、透過光である青色光Bと、反射光である緑色光Gとに分割される。

【0003】青色光Bは、その直線偏光成分が偏光子131を透過し、ライトバルブ141に入射する。ライトバルブ141は、青色映像信号により駆動される液晶パネル14aと、液晶パネル14aの前面に接合された検光子14bとを有する。検光子14bの透過軸方位は、偏光子131の透過軸方位に対し0°又は90°になっている。同様に、緑色光Gは、その直線偏光成分が偏光子132を透過しライトバルブ142を通り、赤色光Rは、全反射ミラー12で反射された後、その直線偏光成分が偏光子133を透過しライトバルブ143を通る。

【0004】ライトバルブ141を通った青色画像光は、全反射ミラー16で反射された後、ダイクロイックミラー15Bを透過する。ライトバルブ142を通った緑色画像光は、ダイクロイックミラー15Rで反射された後、ダイクロイックミラー15Bで反射される。ライトバルブ143を通った赤色画像光は、ダイクロイックミラー15Rを透過した後、ダイクロイックミラー15Bで反射される。

【0005】ダイクロイックミラー15Bからの混色画像光は、投写レンズ17を透過してスクリーン18上に拡大投写される。上記構成の投写型表示装置では、赤色光R、青色光B及び緑色光Gの、白色光源10から投写レンズ17までの光路長が互いに等しくなる。しかし、ライトバルブ141～143の各々と投写レンズ17との間の光路長が長くなるため、投写レンズ17の焦点距離を短くできず、投写レンズ17からスクリーン18までの距離が長くなり、投写型表示装置の光学系が比較的大型となる。そこで、このような問題を解決するために、図20に示すような投写型表示装置が提供されている。

【0006】この投写型表示装置では、白色光源10から放射された平行光が、ダイクロイックミラー21Bにより、反射光である青色光Bと残りの透過光とに分割され、この透過光が、反射光である赤色光Rと透過光であ

る緑色光Gとに分割される。青色光Bは、全反射ミラー121で反射された後、直線偏光成分が偏光子131を透過し、ライトバルブ141を通過してダイクロイックプリズム25に入射する。赤色光Rは、その直線偏光成分が偏光子132を透過し、ライトバルブ142を通過してダイクロイックプリズム25に入射する。緑色光Gは、全反射ミラー122及び123で反射された後、その直線偏光成分が偏光子133を透過し、ライトバルブ143を通過してダイクロイックプリズム25に入射する。

【0007】ダイクロイックプリズム25は、互いに交差する対角面に、ダイクロイックミラー面251及び253が形成されている。ライトバルブ141からの青色光Bは、その一部がダイクロイックミラー面253を透過しダイクロイックミラー面251で反射され、残りがダイクロイックミラー面251で反射されダイクロイックミラー面253を透過し、共に投写レンズ17を通る。ライトバルブ143からの緑色光Gは、その一部がダイクロイックミラー面251を透過しダイクロイックミラー面253で反射され、残りがダイクロイックミラー面253で反射されダイクロイックミラー面251を透過し、共に投写レンズ17を通る。ライトバルブ142からの赤色光Rは、ダイクロイックミラー面251及び253を透過して投写レンズ17を通る。投写レンズ17を通った赤、緑及び青の混色画像光は、スクリーン18上に拡大投写される。

【0008】この投写型表示装置は、ダイクロイックプリズム25を用い、ダイクロイックプリズム25にライトバルブ141～143を接近させて配置しており、ライトバルブ141～143の各々と投写レンズ17との間の光路長を短くすることができるので、投写レンズ17とスクリーン18との間の距離を短くでき、投写型表示装置の光学系を比較的小型化することができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、青色光B、赤色光R及び緑色光Gの、白色光源10からの投写レンズ17までの光路長を互いに等しくすることができないので、スクリーン18上での照度分布を、青色光B、赤色光R及び緑色光Gについて互いに等しくすることができず、図21に示す如くなる。このため、例えば、赤色光Rと緑色光Gとを混色してスクリーン18上に黄色を表示する場合、黄色の色相がスクリーン18上で一様でなく、緑がかったり赤がかったりする色むらが生じて、表示品質が低下する。

【0010】本発明の目的は、このような問題点に鑑み、ライトバルブと投写レンズとの間の光路長を長くすることなく、スクリーン上での色むらを低減することができる投写型表示装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段及びその作用】本発明では、例えば図1に示す如く、白色光源10と、第1～第

3原色からなる光の3原色の第1原色の映像信号に応じた画像の光を透過させる第1ライトバルブ141と、第1ライトバルブ141の近く且つ第1ライトバルブ141と略直角に配置され、第2原色の映像信号に応じた画像の光を透過させる第2ライトバルブ142と、第1ライトバルブ141と対向して配置され、第3原色の映像信号に応じた画像の光を透過させる第3ライトバルブ143と、白色光源10から放射された光を第1～第3原色の光R、G、Bに分離し且つ直線偏光にしてそれぞれ該第1～第3ライトバルブ143に入射させる分離光学系21B、21R、121～123、131～133と、第1～第3ライトバルブ141～143に囲まれ第1～第3ライトバルブ141～143を通った第1～第3原色光を混合させ又は互いに平行にさせる混色光学系25と、該光学系25を通った該第1～第3原色光をスクリーン18上に投写させる投写レンズ17と、を有する投写型表示装置において、第1～第3原色光の、白色光源10から第1～第3ライトバルブ141～143までの光路長を互いに略等しくするための光路差等長化光学系31～34を有する。

【0012】本発明では、混色光学系25が第1～第3ライトバルブ141～143に囲まれ、第1～第3ライトバルブ141～143を通り混色光学系25を通った第1～第3原色光が投写レンズ17でスクリーン18上に投写させるので、第1～第3ライトバルブ141～143と投写レンズ17との間の光路長を長くすることがなく、また、白色光源10から第1～第3ライトバルブ141～143までの光路長を互いに略等しくするための光路差等長化光学系31～34を有するので、スクリーン上での第1～第3原色光の各照度分布を略一致させて色むらを低減することができる。

【0013】本発明の第1態様では、例えば図1に示す如く、光路差等長化光学系31～34は、白色光源10と分離光学系21B、21R、121～123、131～133との間に配置され、白色光源10から放射された光のうちP偏光とS偏光との一方である第1偏光を透過させP偏光とS偏光との他方である第2偏光を反射偏向させる偏光ビームスプリッタ30Pと、偏光ビームスプリッタ30Pで反射偏向された光を逆反射させ偏光ビームスプリッタ30Pに入射させる第1全反射器31と、偏光ビームスプリッタ30Pと第1全反射器31との間の光路中に配置された第1の1/4波長板33と、第1の1/4波長板33を往復透過して偏光ビームスプリッタ30Pを透過した光を逆反射させる第2全反射器32と、偏光ビームスプリッタ30Pと第2全反射器32との間の光路中に配置された第2の1/4波長板34と、を有し、分離光学系21B、21R、121～123、131～133は、偏光ビームスプリッタ30Pを直接透過した第1偏光を、第3原色光にしかつ直線偏光にして第3ライトバルブ143に入射させ、偏光ビーム

スプリッタ30Pで反射偏向され第1及び第2の全反射器120、121の間を往復して偏光ビームスプリッタ30Pで反射偏向された第2偏光を、第1及び第2の原色光に分離しかつ直線偏光にしてそれぞれ第1及び第2のライトバルブ142、143に入射させる。ここに全反射器は、全反射ミラー又は全反射プリズムである。

【0014】この第1態様では、第1全反射器31又は第3全反射器32の位置を調整するだけで光路長を調整できるので、調整が容易である。本発明の第2態様では、例えば図3に示す如く、光路差等長化光学系31～34は、白色光源10と分離光学系21B、21R、121～123、131～133との間に配置され、白色光源10から放射された光のうちP偏光とS偏光との一方である第1偏光を反射偏向させP偏光とS偏光との他方である第2偏光を透過させる偏光ビームスプリッタ30Sと、偏光ビームスプリッタ30Sを透過した光を逆反射させ偏光ビームスプリッタ30Sに入射させる第1全反射器31と、偏光ビームスプリッタ30Sと第1全反射器31との間の光路中に配置された第1の1/4波長板33と、第1の1/4波長板33を往復透過して偏光ビームスプリッタ30Sで反射偏向された光を逆反射させる第2全反射器32と、偏光ビームスプリッタ30Sと第2全反射器32との間の光路中に配置された第2の1/4波長板34と、を有し、分離光学系21B、21R、121～123、131～133は、偏光ビームスプリッタ30Sで直接反射偏向された第1偏光を、第3原色光にしかつ直線偏光にして第3ライトバルブ143に入射させ、偏光ビームスプリッタ30Sを透過し第1及び第2の全反射器120、121の間を往復して偏光ビームスプリッタ30Sを透過した第2偏光を、第1及び第2の原色光に分離しかつ直線偏光にしてそれぞれ第1及び第2のライトバルブ141、142に入射させる。

【0015】この第2態様では、第1全反射器31又は第3全反射器32の位置を調整するだけで光路長を調整できるので、調整が容易である。また、第1及び第2の全反射器31、32よりも比較的大型の白色光源10を、上記第1態様よりも混色光学系25側に配置可能であるので、投写型表示装置をコンパクトにすることができる。

【0016】本発明の第3態様では、例えば図5に示す如く、光路差等長化光学系は、分離光学系に組み込まれており、分離光学系及び光路差等長化光学系は、白色光源10から放射された光のうち、第1原色光のP偏光とS偏光との一方である第1偏光を反射偏向させ残りを透過させる第1の偏光ダイクロイック反射器35と、第1の偏光ダイクロイック反射器35を透過した光のうち、第2原色光の第1偏光又は第2偏光を反射偏向させ残りを透過させる第2の偏光ダイクロイック反射器36と、第2の偏光ダイクロイック反射器36を透過した光のう

ち、第1原色光の光を逆反射させ残りを透過させる第1ダイクロイック反射器38と、第2の偏光ダイクロイック反射器36と第1ダイクロイック反射器38との間の光路中に配置された1/4波長板33と、第1ダイクロイック反射器38を透過した光のうち、第3原色光を反射偏向させ残りを透過させる第2ダイクロイック反射器37と、第1及び第2の偏光ダイクロイック反射器35、36並びに1/4波長板33を透過し、第1ダイクロイック反射器38で逆反射され、1/4波長板33及び第2の偏光ダイクロイック反射器36を透過し、さらに第1の偏光ダイクロイック反射器35で反射偏向された光を反射偏向させ第1ライトバルブ141に入射させる第1全反射器121と、第2ダイクロイック反射器37を透過した光を逆反射させる第2全反射器122と、第2ダイクロイック反射器37で反射偏向された光を反射偏向させ第3ライトバルブ143へ入射させる第3全反射器123と、第2ダイクロイック反射器37と第3ライトバルブ143との間の光路中に配置された偏光子133と、を有し、第2の偏光ダイクロイック反射器36及び1/4波長板33を透過し第1ダイクロイック反射器38で逆反射され、1/4波長板33を透過し第2の偏光ダイクロイック反射器36で反射偏向された第2原色光が第2ライトバルブ142に入射するように第2の偏光ダイクロイック反射器36が配置され、第1の偏光ダイクロイック反射器35と第1ダイクロイック反射器38との間の光路長が第2の偏光ダイクロイック反射器36と第2全反射器122との間の光路長に略等しくされ、かつ、第2ダイクロイック反射器37と第2全反射器122との間の光路長の2倍が第1の偏光ダイクロイック反射器35と第2の偏光ダイクロイック反射器36との間の光路長よりも短くされている。ここに、偏向ダイクロイック反射器は、偏向ダイクロイックミラー又は偏光ダイクロイックプリズムであり、ダイクロイック反射器は、ダイクロイックミラー又はダイクロイックプリズムである。

【0017】この第3態様では、色分離光学系と光路差等長化光学系との全体の光学素子数が上記第1態様及び第2態様よりも少ないので、第1態様及び第2態様よりも、構成が簡単になり、かつ、コンパクトにすることができる。本発明の第4態様では、例えば図15に示す如く、光路差等長化光学系は、分離光学系に組み込まれており、分離光学系及び光路差等長化光学系は、白色光源10から放射された光のうち、第1原色光のP偏光とS偏光との一方である第1偏光を反射偏向させ残りを透過させる第1の偏光ダイクロイック反射器35と、第1の偏光ダイクロイック反射器35で反射された光を逆反射させる第1全反射器31と、第1の偏光ダイクロイック反射器35と第1全反射器31との間の光路中に配置された第1の1/4波長板33と、第1全反射器31で反射され第1の1/4波長板33及び第1の偏光ダイクロ

イック反射器35を透過した光を反射偏向させ第1ライトバルブ141に入射させる第2全反射器121と、第1の偏光ダイクロイック反射器35を直接透過した光のうち、第2原色光の第1偏光又は第2偏光を反射偏向させ残りを透過させる第2の偏光ダイクロイック反射器36と、第2の偏光ダイクロイック反射器36で反射偏向された光を逆反射させる第3全反射器32と、第2の偏光ダイクロイック反射器36と第3全反射器32との間の光路中に配置された第2の1/4波長板34と、第2の偏光ダイクロイック反射器36を直接透過した光を反射偏向させ第3ライトバルブ143に入射させる第4及び第5の全反射器122、123と、第2の偏光ダイクロイック反射器36と第3ライトバルブ143との間の光路中に配置され第3原色の直線偏光のみを透過させる偏光子133と、を有し、第3全反射器32で逆反射され第2の1/4波長板34を透過して第2の偏光ダイクロイック反射器36を透過した光が第2ライトバルブ142に入射される。

【0018】この第4態様では、色分離光学系と光路差等長化光学系との全体の光学素子数が上記第1態様及び第2態様よりも少ないので、第1態様及び第2態様よりも構成が簡単になる。また、第1～第3原色光の、白色光源10から投写レンズ17までの光路長を互いに等しくすることができるので、上記第3態様よりもスクリーン上での色むらを低減することができる。

【0019】また、第1全反射器31と第1の偏光ダイクロイック反射器35との間の光路長と、第3全反射ミラー32と第2の偏光ダイクロイックミラー36との間の光路長とを、互いに独立に調整できるので、上記第1態様及び第2態様よりもスクリーン18上での色むらを低減することが可能となる。本発明の第5態様では、例えば図17に示す如く、光路差等長化光学系は、分離光学系に組み込まれており、分離光学系及び光路差等長化光学系は、互いに交差する面の一方に、白色光源10から放射された光のうち、第1原色光、及び、第2原色光のP偏光とS偏光との一方である第1偏光を反射偏向させ残りを透過させる第1の偏光ダイクロイックミラー面411が形成され、該交差面の他方に、白色光源10から放射された光のうち、第3原色光、及び、第2原色光のP偏光とS偏光との他方である第2偏光を反射偏向させ残りを透過させる第2の偏光ダイクロイックミラー面413が形成された偏光ダイクロイック反射器41と、第1の偏光ダイクロイックミラー面411で反射偏向された光を反射偏向させ第1ライトバルブ141に入射させる第1及び第2の全反射器120、121と、第1の偏光ダイクロイックミラー面411と第1ライトバルブ141との間の光路中に配置され、該第1偏光を遮光する第1偏光子131と、第2の偏光ダイクロイックミラー面413で反射偏向された光を反射偏向させ第3ライトバルブ143に入射させる第3及び第4の全反射器1

22、123と、第3全反射器32と該第4全反射器との間の光路中に配置され、第2全反射器32で反射された第2原色光を逆反射させ第3原色光を透過させるダイクロイック反射器38と、第2の偏光ダイクロイックミラー面413とダイクロイック反射器38との間の光路中に配置された1/4波長板33と、ダイクロイック反射器38と第3ライトバルブ143との間の光路中に配置された第2偏光子133と、を有し、ダイクロイック反射器38で逆反射され、第3全反射器32で反射偏向されて第1の偏光ダイクロイックミラー面411で反射偏向された第2原色光が第2ライトバルブ142に入射するように偏光ダイクロイック反射器41が配置され、ダイクロイック反射器38及び1/4波長板33を除いた構成が白色光源10の光軸を通る対称面を有し、第3全反射器32とダイクロイック反射器38との間の光路長の2倍が第2の偏光ダイクロイックミラー面413と第3全反射器32との間の光路長よりも短くされている。ここに偏光ダイクロイック反射器41は、互いに交差する偏光ダイクロイックミラー又は偏光ダイクロイックプリズムである。

【0020】この第5態様では、ダイクロイック反射器38及び1/4波長板33を除いた構成が白色光源10の光軸を通る対称面を有しているため、上記第1〜4態様よりも投写型表示装置をコンパクトにすることができる。

【0021】

【実施例】以下、図面に基づいて本発明の実施例を説明する。

【第1実施例】図1は、第1実施例の投写型表示装置の光学系を示す。図中、一点鎖線は光軸を示す。

【0022】白色光源10の前方には、白色光源10からの平行光に対し45°傾斜させた偏光ビームスプリッタ30Pが配置されている。偏光ビームスプリッタ30Pは、図2(A)に示す反射率を有しており、電気ベクトル振動方向が入射面内のP偏光を反射させ、電気ベクトル振動方向が入射面に垂直なS偏光を透過させる。偏光ビームスプリッタ30Pを挟むように、かつ、白色光源10からの平行光と平行に、全反射ミラー31と全反射ミラー32とが互に対向して配置されている。全反射ミラー31及び32の偏光ビームスプリッタ30P側の面にはそれぞれ、1/4波長板33及び34が接合されている。

【0023】白色光源10から放射された平行光のうち、S偏光は偏光ビームスプリッタ30Pを透過し、P偏光は、偏光ビームスプリッタ30Pで反射されて1/4波長板33を透過し全反射ミラー31で反射され1/4波長板33を再度透過してS偏光となり、偏光ビームスプリッタ30P及び1/4波長板34を透過し全反射ミラー32で反射され1/4波長板34を再度透過してP偏光となり、偏光ビームスプリッタ30Pで反射され

る。

【0024】したがって、全反射ミラー31と全反射ミラー32との間の光路長をXとすると、偏光ビームスプリッタ30Pから図1の下方へ進むP偏光とS偏光との間の光路差は、2Xとなる。この光路差は、後述のように、赤色光R、青色光B及び緑色光Gの間の光路差を互いに等しくするために利用される。白色光源10の光軸上には、偏光ビームスプリッタ30Pと平行にダイクロイックミラー21B及び21Rが配置されている。ダイクロイックミラー21B及び21Rはそれぞれ、図2(B)及び(C)に示す反射率を有する。すなわち、ダイクロイックミラー21Bは、約500nm以下の波長域の青色光Bを反射させ、残りの緑色光G及び赤色光Rを透過させる。また、ダイクロイックミラー21Rは、約600nm以上の波長域の赤色光Rを反射させ、残りの波長域約500〜600nmの緑色光Gを透過させる。

【0025】したがって、偏光ビームスプリッタ30Pからの白色光のうち、青色光Bはダイクロイックミラー21Bで反射され、赤色光Rはダイクロイックミラー21Bを透過してダイクロイックミラー21Rで反射され、緑色光Gはダイクロイックミラー21B及び21Rを透過する。分離された青色光B、赤色光R及び緑色光Gがそれぞれ垂直入射するように、偏光子131、132及び133が配置されている。偏光子131及び132の透過軸方位は、いずれもP偏光のみを透過させる方位となっている。このため、偏光子131及び132にはそれぞれ、全反射ミラー31と全反射ミラー32との間を往復した青色光BのP偏光及び赤色光RのP偏光のみが透過する。これに対し、偏光子133の透過軸方位は、S偏光のみ透過させる方位となっており、偏光子133には、偏光ビームスプリッタ30Pを直接透過した緑色光Gのみが透過する。

【0026】一方、立方体のダイクロイックプリズム25の周りの4面に、ライトバルブ141、142、143及び投写レンズ17が接近して配置されている。ライトバルブ142は、偏光子132と平行に対向している。ライトバルブ141は、偏光子131と直角になっており、偏光子131を透過した青色光Bをライトバルブ141に垂直入射させるために、光路折り曲げ用の全反射ミラー121が配置されている。また、ライトバルブ143は、偏光子133と隣れて互いに平行になっており、偏光子133を透過した緑色光Gをライトバルブ143に垂直入射させるために、光路折り曲げ用の全反射ミラー122及び123が配置されている。

【0027】ダイクロイックプリズム25は、互いに交差する対角面に、ダイクロイックミラー面251及び253が形成されている。ライトバルブ141からの青色光Bは、その一部がダイクロイックミラー面253を透過しダイクロイックミラー面251で反射され、残りがダイクロイックミラー面251で反射されダイクロイック

クミラー面253を透過し、共に投写レンズ17を通る。ライトバルブ143からの緑色光Gは、その一部がダイクロイックミラー面251を透過しダイクロイックミラー面253で反射され、残りがダイクロイックミラー面253で反射されダイクロイックミラー面251を透過し、共に投写レンズ17を通る。ライトバルブ142からの赤色光Rは、ダイクロイックミラー面251及び153を透過して投写レンズ17を通る。投写レンズ17を通った赤、緑及び青の混色画像光は、スクリーン18上に拡大投写される。

【0028】ダイクロイックミラー21Rと全反射ミラー122との間の光路長は、Xに等しくされている。これにより、赤色光R、青色光B及び緑色光Gの、白色光源10から投写レンズ17までの光路長が、互いに等しくなる。したがって、本第1実施例によれば、スクリーン18上で色むらが生ずるのを防止することができる。

【0029】また、全反射ミラー31又は32の位置を調整するだけで光路長を調整できるので、調整が容易である。さらに、ライトバルブ141~143の各々と投写レンズ17との間の光路長を短くできるので、投写レンズ17の焦点距離を短くして投写レンズ17からスクリーン18までの距離を短くすることができる。

【0030】なお、偏光子131は、全反射ミラー121とライトバルブ141との間に配置してもよく、偏光子133は、全反射ミラー122と全反射ミラー123との間又は全反射ミラー123とライトバルブ143との間に配置してもよい。また、P偏光とS偏光とを逆にしたものであってもよい。

【第2実施例】図3は、第2実施例の投写型表示装置の光学系を示す。

【0031】この投写型表示装置では、図1において、1/4波長板33が接合された全反射ミラー31を、これよりも大型の白色光源10と入れ換えた配置となっているので、3投写型表示装置全体がコンパクトになる。また、偏光ビームスプリッタ30Pの代わりに、P偏光を透過しS偏光を反射させる偏光ビームスプリッタ30Sを用いている。偏光ビームスプリッタ30Sは、ダイクロイックミラー21Bと直角に配置されている。

【0032】白色光源10から放射された平行光のうち、S偏光は偏光ビームスプリッタ30Sで反射され、P偏光は、偏光ビームスプリッタ30Sを透過し1/4波長板34を透過し全反射ミラー32で反射され1/4波長板34を再度透過してS偏光となり、偏光ビームスプリッタ30Sで反射され、1/4波長板33を透過し全反射ミラー31で反射され1/4波長板33を再度透過してP偏光となり、偏光ビームスプリッタ30Sを透過する。したがって、上記第1実施例と同様に、偏光ビームスプリッタ30Sから図3の下方へ進むP偏光とS偏光との間に光路差2Xが生ずる。

【0033】1/4波長板33及び34は、図4(A)

に示す如く、波長500nmに対するものとなっており、このため、P偏光とS偏光との間の変換効率率は、青色光B及び緑色光Gに対し互いにほぼ同一となっているが、赤色光Rに対しては低くなっている。そこで、図1のダイクロイックミラー21Rの代わりに、緑色光Gを反射させる図4(B)に示すような特性のダイクロイックミラー21Gを用いて、ライトバルブ141に入射する青色光Bと、ライトバルブ142に入射する緑色光Gの強度をより等しくし、かつ、上記光路差2Xを第1実施例の場合よりも短くして、ライトバルブ143に入射する赤色光Rの強度を、ライトバルブ141及び142に入射する光強度に等しくさせている。これにより、上記第1実施例よりもスクリーン18上での色むらを低減させることができる。

【0034】上記第1実施例及び本第2実施例では、光路差等長化光学系31~34が白色光源10と分離光学系21B、21R、121~123、131~133との間に配置されているが、以下の実施例では、光路差等長化光学系が分離光学系に一体不可分に組み込まれている場合を説明する。

【第3実施例】図5は、第3実施例の投写型表示装置の光学系を示す。

【0035】この投写型表示装置では、図1のダイクロイックミラー21B、21R及び全反射ミラー122の代わりにそれぞれ、偏光ダイクロイックミラー35、36及びダイクロイックミラー37が配置され、かつ、偏光ダイクロイックミラー35及び36の取付角が全反射ミラー121に対し直角になっている。また、図1の光路差調整用の偏光ビームスプリッタ30P、全反射ミラー31、32及び1/4波長板33、34の代わりに、1/4波長板33が接合されたダイクロイックミラー38が、偏光ダイクロイックミラー36とダイクロイックミラー37との間に配置され、かつ、ダイクロイックミラー37を介してダイクロイックミラー38と平行に全反射ミラー122が配置されている。偏光子133は、ダイクロイックミラー37と全反射ミラー123との間に配置されている。他の点は図1と同一である。

【0036】[1] 第1態様

偏光ダイクロイックミラー35、36、ダイクロイックミラー38及び37の透過率がそれぞれ図6(A)、(B)、(C)及び(D)に示す場合の、赤色光R、緑色光G及び青色光Bの光路を、図7(A)~(C)に示す。

(A) 赤色光路

白色光源10から放射された平行光のうち赤色光Rは、そのP偏光が偏光ダイクロイックミラー35で反射されて除去され、S偏光が偏光ダイクロイックミラー35及び36を透過し1/4波長板33を透過してダイクロイックミラー37で反射され、1/4波長板33を再度透過してP偏光となり、偏光ダイクロイックミラー36を

透過して偏光ダイクロイックミラー35で反射され、さらに全反射ミラー121で反射されてライトバルブ141に入射する。

【0037】(B) 緑色光路

白色光源10から放射された平行光のうち緑色光Gは、偏光ダイクロイックミラー35を透過し、偏光ダイクロイックミラー36でP偏光が反射されて除去され、S偏光が1/4波長板33を透過して楕円偏光となり、ダイクロイックミラー37及び38を透過し、全反射ミラー122で反射され、再度ダイクロイックミラー37及び38を透過し、1/4波長板33を透過してP偏光となり、偏光ダイクロイックミラー36で反射されてライトバルブ142に入射する。

【0038】(C) 青色光路

白色光源10から放射された白色光のうち青色光Bは、偏光ダイクロイックミラー35、36、1/4波長板33及びダイクロイックミラー38を透過してダイクロイックミラー37で反射され、偏光子133に入射する。1/4波長板33に入射する青色光Bは直線偏光でないで、偏光子133に入射する青色光Bに対する1/4波長板33の影響は無視できる。偏光子133は、P偏光のみを透過させるように透過軸方位が定められている。偏光子133を透過したP偏光は、全反射ミラー123で反射されてライトバルブ143に入射する。

【0039】ライトバルブ141~143を通った後の光路は上記第1実施例と同一である。偏光ダイクロイックミラー35からダイクロイックミラー38までの距離は、偏光ダイクロイックミラー36から全反射ミラー122までの距離に等しくなっている。これにより、赤色光R及び緑色光Gの、白色光源10から投写レンズ17までの光路長が互いに等しくなる。

【0040】また、青色光Bの、白色光源10から投写レンズ17までの光路長は、緑色光Gの、白色光源10から投写レンズ17までの光路長よりも、ダイクロイックミラー37と全反射ミラー122との間の光路長Yの2倍だけ長い。したがって、2Yを偏光ダイクロイックミラー36とダイクロイックミラー37との間の光路長よりも短くすることにより、図20の投写型表示装置よりもスクリーン18上での色むらを低減させることができる。例えば、偏光ダイクロイックミラー36とダイクロイックミラー37との間隔200mmに対し、2Y=100mmである。

【0041】また、色分離光学系と光路差等長化光学系との全体の光学素子数が上記第1実施例及び第2実施例よりも少ないので、上記第1実施例及び第2実施例よりも、構成が簡単になり、かつ、コンパクトにすることができる。なお、偏光ダイクロイックミラー35として、図8に示すように緑色光GのP偏光の透過率がほぼ0のものを使用すれば、図7(B)において偏光ダイクロイックミラー35で緑色光GのP偏光を反射させて除外で

き、表示品質をより向上させることができる。

【0042】また、1/4波長板33が接合されたダイクロイックミラー38を偏向ダイクロイックミラー35と36との間に配置し、ダイクロイックミラー37の代わりに全反射ミラー122を配置し、この全反射ミラー122と偏光ダイクロイックミラー36との間に、1/4波長板が接合され、緑色光Gを反射し赤色光Rを透過させるダイクロイックミラーをダイクロイックミラー38と平行に配置した構成であってもよい。この点は、以下の第2~6態様についても同様である。

【0043】以下の第2~6態様では、赤色光R、青色光B及び緑色光Gの光路が第1実施例と異なる。

【2】第2態様

偏光ダイクロイックミラー35、36、ダイクロイックミラー38及び37の透過率がそれぞれ図9(A)、

(B)、(C)及び(D)に示す場合の、青色光B、緑色光G及び赤色光Rの光路を説明する。青色光B、緑色光G及び赤色光Rの光路はそれぞれ、図7の(A)~(C)と一致する。

【0044】(A) 青色光路

白色光源10から放射された平行光のうち青色光Bは、そのP偏光が偏光ダイクロイックミラー35で反射されて除去され、S偏光が偏光ダイクロイックミラー35及び36を透過し1/4波長板33を透過してダイクロイックミラー37で反射され、1/4波長板33を再度透過してP偏光となり、偏光ダイクロイックミラー36を透過して偏光ダイクロイックミラー35で反射され、さらに全反射ミラー121で反射されてライトバルブ141に入射する。

【0045】(B) 緑色光路

白色光源10から放射された平行光のうち緑色光Gは、偏光ダイクロイックミラー35を透過し、偏光ダイクロイックミラー36でP偏光が反射されて除去され、S偏光が1/4波長板33を透過して楕円偏光となり、ダイクロイックミラー37及び38を透過し、全反射ミラー122で反射され、再度ダイクロイックミラー37及び38を透過し、1/4波長板33を透過してP偏光となり、偏光ダイクロイックミラー36で反射されてライトバルブ142に入射する。

【0046】(C) 赤色光路

白色光源10から放射された白色光のうち赤色光Rは、偏光ダイクロイックミラー35、36、1/4波長板33及びダイクロイックミラー38を透過してダイクロイックミラー37で反射され、P偏光のみ偏光子133を透過し、全反射ミラー123で反射されてライトバルブ143に入射する。

【0047】【3】第3態様

偏光ダイクロイックミラー35、36、ダイクロイックミラー38及び37の透過率がそれぞれ図10(A)、

(B)、(C)及び(D)に示す場合の、赤色光R、青

色光B及び緑色光Gの光路はそれぞれ、図7の(A)～(C)に一致する。

【0048】[4] 第4態様

偏光ダイクロイックミラー35、36、ダイクロイックミラー38及び37の透過率がそれぞれ図11(A)、(B)、(C)及び(D)に示す場合の、緑色光G、青色光B及び赤色光Rの光路はそれぞれ、図7の(A)～(C)に一致する。

【0049】[5] 第5態様

偏光ダイクロイックミラー35、36、ダイクロイックミラー38及び37の透過率がそれぞれ図12(A)、(B)、(C)及び(D)に示す場合の、緑色光G、赤色光R及び青色光Bの光路はそれぞれ、図7の(A)～(C)に一致する。

【0050】[6] 第6態様

偏光ダイクロイックミラー35、36、ダイクロイックミラー38及び37の透過率がそれぞれ図13(A)、(B)、(C)及び(D)に示す場合の、青色光B、赤色光R及び緑色光Gの光路はそれぞれ、図7の(A)～(C)に一致する。

【0051】なお、上記第1～6態様において、P偏向とS偏向とを入れ換えた変形例であってもよい。

【第4実施例】図14は、第4実施例の投写型表示装置の光学系を示す。この投写型表示装置は、図5のダイクロイックプリズム25の代わりに全反射ミラー124及び125を用い、図5の投写レンズ17の代わりに投写レンズ171～173を用いている。

【0052】ライトバルブ141を通った光は、全反射ミラー124で反射されて投写レンズ171でスクリーン18上に投写され、ライトバルブ142を通った光は、投写レンズ172を透過してスクリーン18上に投写され、ライトバルブ143を通った光は、全反射ミラー125で反射されて投写レンズ173でスクリーン18上に投写される。3つの投写レンズ171、172及び173を用いているので、投写レンズ171の光軸を、ライトバルブ141の中心を通り全反射ミラー124で反射される光軸よりも少し投写レンズ172側へずらし、投写レンズ173の光軸を、ライトバルブ143の中心を通り全反射ミラー125で反射される光軸よりも少し投写レンズ172側へずらすことにより、ライトバルブ141、142及び143の対応する画素を通った光をスクリーン18上の同一点に重畳させている。

【0053】本第4実施例によれば、図5のダイクロイックミラー面251とダイクロイックミラー面253の交差部で特性が変わるダイクロイックプリズム25を用いていないので、スクリーン18上でより色むらの少ない投写画像を得ることができる。また、高価なダイクロイックプリズム25を用いていないので、投写型表示装置を安価に提供することができる。

【0054】[第5実施例] 図15は、第5実施例の投

写型表示装置の光学系を示す。この投写型表示装置では、図5のダイクロイックミラー37の代わりに全反射ミラー122を配置し、図5の1/4波長板33及びダイクロイックミラー38の代わりに、1/4波長板33が接合された全反射ミラー31を、偏光ダイクロイックミラー35に対し全反射ミラー121と反対側に配置し、かつ、1/4波長板34が接合された全反射ミラー32を、偏光ダイクロイックミラー36に対しライトバルブ142と反対側に配置した構成となっている。

【0055】偏光ダイクロイックミラー35及び36の透過率の一例を図16に示す。

(A) 青色光路

白色光源10から放射された平行光のうち青色光Bは、そのS偏光が偏光ダイクロイックミラー35を透過し、P偏光が偏光ダイクロイックミラー35で反射され1/4波長板33を透過して全反射ミラー31で反射され、1/4波長板33を再度透過してS偏光となり、偏光ダイクロイックミラー35を透過して全反射ミラー121で反射され、ライトバルブ141に入射する。

20 (B) 緑色光路

白色光源10から放射された平行光のうち緑色光Gは、偏光ダイクロイックミラー35を透過し、そのS偏光が偏光ダイクロイックミラー36を透過し、P偏光が偏光ダイクロイックミラー36で反射され1/4波長板34を透過して全反射ミラー32で反射され、1/4波長板34を再度透過してS偏光となり、偏光ダイクロイックミラー36を透過してライトバルブ142に入射する。

【0057】(C) 赤色光路

白色光源10から放射された平行光のうち赤色光Rは、偏光ダイクロイックミラー35及び36を透過し、全反射ミラー122で反射され、P偏光のみ1/4波長板33を透過し、全反射ミラー123で反射されてライトバルブ143に入射する。赤色光R及び青色光BのS偏光は、偏光子133で遮光される。

【0058】ライトバルブ141～143を通った後の光路は上記第1実施例と同一である。全反射ミラー31と偏光ダイクロイックミラー35との間の光路長及び全反射ミラー32と偏光ダイクロイックミラー36との間の光路長はいずれも、偏光ダイクロイックミラー36と全反射ミラー122との間の光路長に等しく調整されている。これにより、赤色光R、青色光B及び緑色光Gの、白色光源10から投写レンズ17までの光路長が互いに等しくなり、本第5実施例によれば、上記第1実施例と同一の効果が得られる。

【0059】また、全反射ミラー31と偏光ダイクロイックミラー35との間の光路長と、全反射ミラー32と偏光ダイクロイックミラー36との間の光路長とを、互いに独立に調整できるので、スクリーン18上で色むらをより低減することが可能となる。さらに、色分離光学系と光路差等長化光学系との全体の光学素子数が上記

第1実施例及び第2実施例よりも少ないので、上記第1実施例及び第2実施例よりも構成が簡単になる。

【0060】また、赤色光R、青色光B及び緑色光Gの、白色光源10から投写レンズ17までの光路長を互いに等しくすることができるので、上記第3実施例及び第4実施例よりもスクリーン上での色むらを低減することができる。

〔第6実施例〕図17は、第6実施例の投写型表示装置の光学系を示す。

【0061】この投写型表示装置は、1/4波長板33及びダイクロイックミラー38を除き、投写レンズ17の光軸を通り紙面に垂直な面に対し、対称形になっている。図17中の光学素子の特性の一例を、図18(A)～(E)に示す。ライトバルブ141、142及び143に対向してそれぞれ、P偏光を遮光するための偏光子131、S偏光を遮光するための偏光子132、及び、P偏光とS偏光のいずれか一方を遮光するための偏光子133が配置されている。この偏光子133は、原理的には用いなくてもよい。白色光源10は、その光軸を投写レンズ17の光軸に一致させて配置されている。白色光源10と偏光子132の間には、偏光ダイクロイックプリズム41が配置されている。偏光ダイクロイックプリズム41は、互いに交差する対向面に偏光ダイクロイックミラー面411及び413が形成されている。白色光源10から放射された平行光のうち、偏光ダイクロイックミラー面411で反射された光を偏光子131に入射させるために、光路折り曲げ用の全反射ミラー120及び121が配置され、偏光ダイクロイックミラー面413で反射された光を偏光子133に入射させるために、光路折り曲げ用の全反射ミラー122及び123が配置されている。全反射ミラー122と全反射ミラー123との間には、1/4波長板33が接合されたダイクロイックミラー38が配置されている。この投写型表示装置の光学素子の特性の一例を、図18に示す。

【0062】(A) 赤色光路

白色光源10から放射された平行光のうち赤色光Rは、一部が偏光ダイクロイックミラー面413で反射され偏光ダイクロイックミラー面411を透過し、残りが偏光ダイクロイックミラー面411を透過し偏光ダイクロイックミラー面413で反射され、両者が全反射ミラー122で反射され、1/4波長板33及びダイクロイックミラー38を透過して全反射ミラー123で反射され、そのP偏光とS偏光の一方が偏光子133を透過してライトバルブ143に入射する。

【0063】(B) 青色光路

白色光源10から放射された平行光のうち青色光Bは、一部が偏光ダイクロイックミラー面413を透過し偏光ダイクロイックミラー面411で反射され、残りが偏光ダイクロイックミラー面411で反射され偏光ダイクロイックミラー面413を透過し、両者が全反射ミラー1

20及び121で反射され、そのS偏光のみが偏光子131を透過してライトバルブ141に入射する。

【0064】(C) 緑色光路

白色光源10から放射された平行光のうち緑色光GのP偏光は、その一部が偏光ダイクロイックミラー面411で反射され偏光ダイクロイックミラー面413を透過し、残りが偏光ダイクロイックミラー面413を透過し偏光ダイクロイックミラー面411で反射され、両者が全反射ミラー120及び121で反射され、偏光子131で遮光される。一方、白色光源10から放射された平行光のうち緑色光GのS偏光は、その一部が偏光ダイクロイックミラー面411を透過し偏光ダイクロイックミラー面413で反射され、残りが偏光ダイクロイックミラー面413で反射され偏光ダイクロイックミラー面411を透過し、両者が全反射ミラー122で反射され、1/4波長板33を透過しダイクロイックミラー38で反射され、1/4波長板33を再度透過してP偏光となり、全反射ミラー122で反射され、その一部が偏光ダイクロイックミラー面413を透過して偏光ダイクロイックミラー面411で反射され、残りが偏光ダイクロイックミラー面411で反射されて偏光ダイクロイックミラー面413を透過し、両者が偏光子132を透過してライトバルブ142に入射する。

【0065】ライトバルブ141～143を通った後の光路は上記第1実施例と同一である。赤色光R及び青色光Bの、白色光源10から投写レンズ17までの光路長は、互いに等しい。また、緑色光Gの、白色光源10から投写レンズ17までの光路長は、赤色光Rの、白色光源10から投写レンズ17までの光路長よりも、ダイクロイックミラー38と全反射ミラー122との間の光路長Yの2倍だけ長い。

【0066】したがって、2Yを偏光ダイクロイックプリズム41と全反射ミラー122との間の光路長よりも短くすることにより、図20の投写型表示装置よりもスクリーン18上での色むらを低減させることができる。例えば、ダイクロイックミラー38と全反射ミラー122との間隔200mmに対し、2Y=100mmである。本第6実施例では、投写型表示装置の光学系が略対称形であるので、第2実施例よりも投写型表示装置をコンパクトにすることができる。

【0067】なお、本発明には外にも種々の変形例が含まれる。例えば、上記第3実施例の赤色光R、青色光B及び緑色光Gに関する各種態様は、他の実施例についても同様に適用可能である。また、反射率又は透過率向上のためにミラーの代わりにプリズムを用い、又は、安価にするためにプリズムの代わりにミラーを用いてもよい。例えば図17において、全反射ミラー120～123の代わりに全反射プリズムを用い、偏向ダイクロイックプリズム41の代わりに、互いに交差する偏向ダイクロイックミラーを用いてもよい。ミラーの場合には、反

射率又は透過率向上のために、屈折率補正を行った液体中に沈めてもよい。

【0068】

【発明の効果】以上説明した如く、本発明に係る投写型表示装置では、混色光学系が第1～第3ライトバルブに囲まれ、第1～第3ライトバルブを通り混色光学系を通った第1～第3原色光が投写レンズでスクリーン上に投写させるので、第1～第3ライトバルブと投写レンズとの間の光路長を長くすることがなく、また、白色光源から第1～第3ライトバルブまでの光路長を互いに略等しくするための光路差等長化光学系を有するので、スクリーン上での第1～第3原色光の各照度分布を略一致させて色むらを低減することができるという優れた効果を奏し、表示品質の向上に寄与するところが大きい。

【0069】本発明の第1態様によれば、第1全反射器又は第2全反射器の位置を調整するだけで、表示品質向上のための光路長を調整できるので、調整が容易であるという効果を奏する。本発明の第2態様によれば、第1全反射器又は第2全反射器の位置を調整するだけで、表示品質向上のための光路長を調整できるので、調整が容易であり、また、第1及び第2の全反射器よりも比較的大型の白色光源を、上記第1態様よりも混色光学系側に配置可能であるので、投写型表示装置をコンパクトにすることができるという効果を奏する。

【0070】本発明の第3態様によれば、色分離光学系と光路差等長化光学系との全体の光学素子数が第1態様及び第2態様よりも少ないので、第1態様及び第2態様よりも、構成が簡単になり、かつ、コンパクトにすることができるという効果を奏する。本発明の第4態様によれば、色分離光学系と光路差等長化光学系との全体の光学素子数が第1態様及び第2態様よりも少ないので、第1態様及び第2態様よりも構成が簡単になり、また、第1～第3原色光の、白色光源から投写レンズまでの光路長を互いに等しくすることができるので、第3態様よりもスクリーン上での色むらを低減することができ、さらに、第1全反射器と第1の偏光ダイクロイック反射器との間の光路長と、第3全反射ミラーと第2の偏光ダイクロイックミラーとの間の光路長とを、互いに独立に調整できるので、第1態様及び第2態様よりもスクリーン上での色むらを低減することが可能となるという効果を奏する。

【0071】本発明の第5態様によれば、ダイクロイック反射器及び1/4波長板を除いた構成が白色光源の光軸を通る対称面を有しているので、第1～第4態様よりも投写型表示装置をコンパクトにすることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例の投写型表示装置の光学系図である。

【図2】本発明の第1実施例の光学素子特性図である。

【図3】本発明の第2実施例の投写型表示装置の光学系図である。

【図4】本発明の第2実施例の光学素子特性図である。

【図5】本発明の第3実施例の投写型表示装置の光学系図である。

【図6】本発明の第3実施例第1態様の光学素子特性図である。

【図7】図5の装置の光路説明図である。

【図8】本発明の第3実施例第1態様の變形例の偏光ダイクロイックミラー35の特性図である。

【図9】本発明の第3実施例第2態様の光学素子特性図である。

【図10】本発明の第3実施例第3態様の光学素子特性図である。

【図11】本発明の第3実施例第4態様の光学素子特性図である。

【図12】本発明の第3実施例第5態様の光学素子特性図である。

【図13】本発明の第3実施例第6態様の光学素子特性図である。

【図14】本発明の第4実施例の投写型表示装置の光学系図である。

【図15】本発明の第5実施例の投写型表示装置の光学系図である。

【図16】本発明の第5実施例の光学素子特性図である。

【図17】本発明の第6実施例の投写型表示装置の光学系図である。

【図18】本発明の第6実施例の光学素子特性図である。

【図19】従来の投写型表示装置の光学系図である。

【図20】従来の他の投写型表示装置の光学系図である。

【図21】図20の装置のスクリーン上の照度を示す線図である。

【符号の説明】

10 白色光源

11R、11B、15R、15B、21R、21B、21G、37、38 ダイクロイックミラー

12、120～125、16、31、32 全反射ミラー

131～133 偏光子

141～143 ライトバルブ

14a 液晶パネル

14b 検光子

17 投写レンズ

18 スクリーン

25 ダイクロイックプリズム

251、253 ダイクロイックミラー面

30P、30S 偏光ビームスプリッタ

33、34 1/4波長板

35、36 偏光ダイクロイックミラー

41 偏光ダイクロイックプリズム

411、413 偏光ダイクロイックミラー面

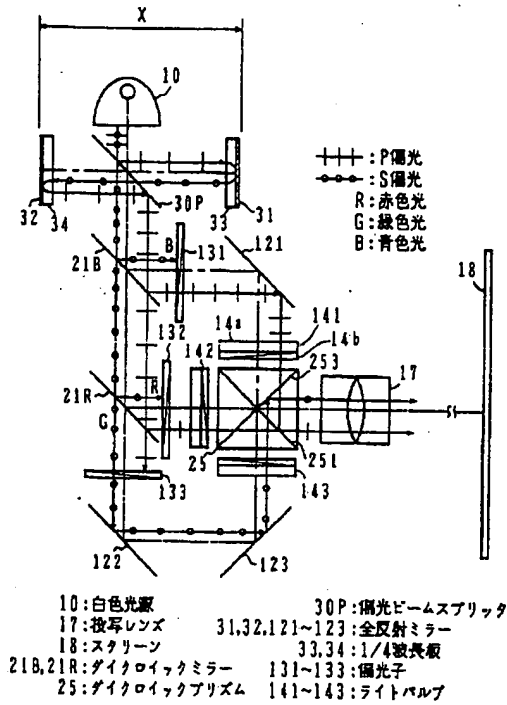
R 赤色光

B 青色光

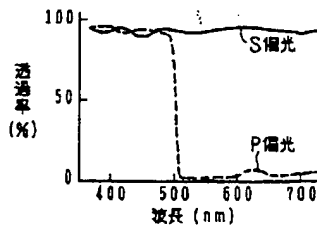
G 緑色光

【図1】

本発明の第1実施例の投写型表示装置の光学系図



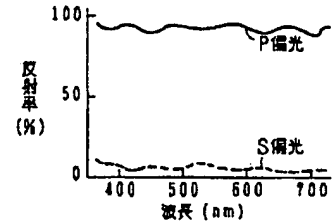
【図8】

本発明の第3実施例第1態様の変形例の
ダイクロイックミラー35の特性図

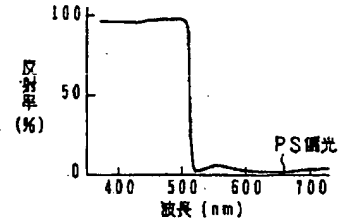
【図2】

本発明の第1実施例の光学素子特性図

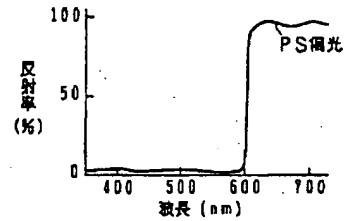
(A) 偏光ビームスプリッタ30P



(B) ダイクロイックミラー21B

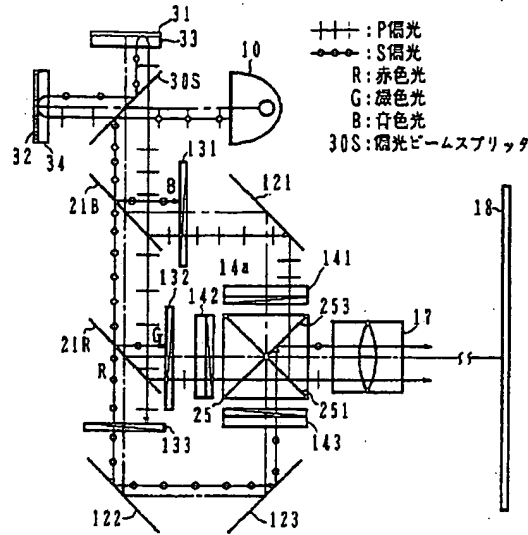


(C) ダイクロイックミラー21R



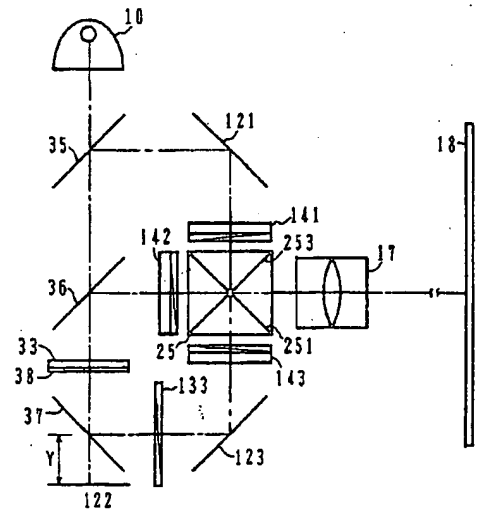
【図3】

本発明の第2実施例の投写型表示装置の光学系図



【図5】

本発明の第3実施例の投写型表示装置の光学系図

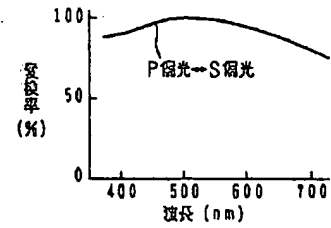


- 10: 白色光源
17: 投写レンズ
18: スクリーン
25: ダイクロイックプリズム
33: 1/4波長板
35, 36: 偏光ダイクロイックミラー
37, 38: ダイクロイックミラー
121~123: 全反射ミラー
133: 偏光子
141~143: ライトバルブ

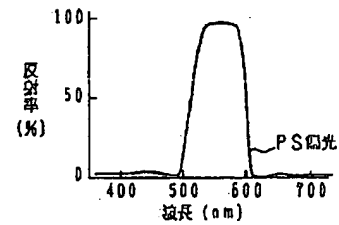
【図4】

本発明の第2実施例の光学系特性図

(A) 1/4波長板33及び34

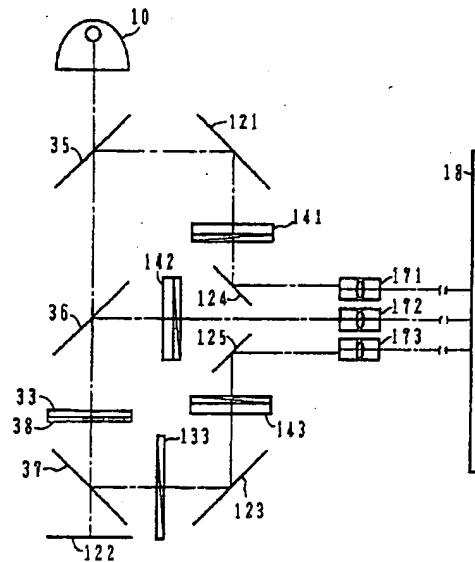


(B) ダイクロイックミラー-21G



【図14】

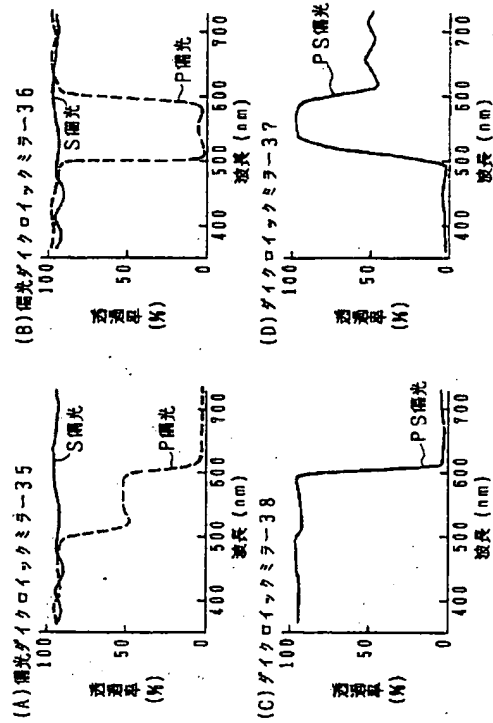
本発明の第4実施例の投写型表示装置の光学系図



- 124, 125: 全反射ミラー
171~173: 投写レンズ

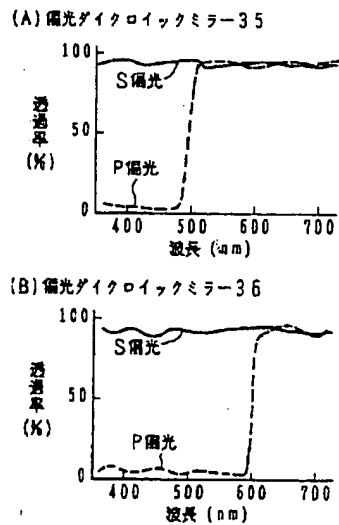
【図6】

本発明の第3実施例第1態様の光学素子特性図



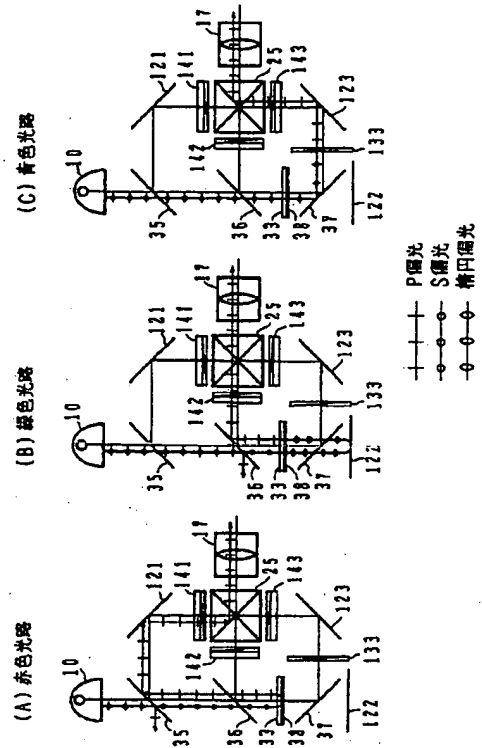
【図16】

本発明の第5実施例の光学素子特性図



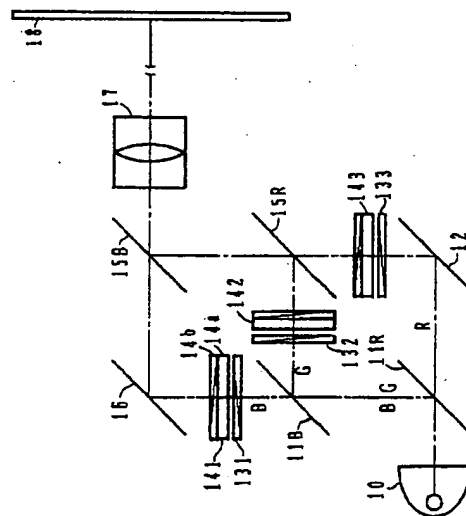
【図7】

図5の装置の光路説明図



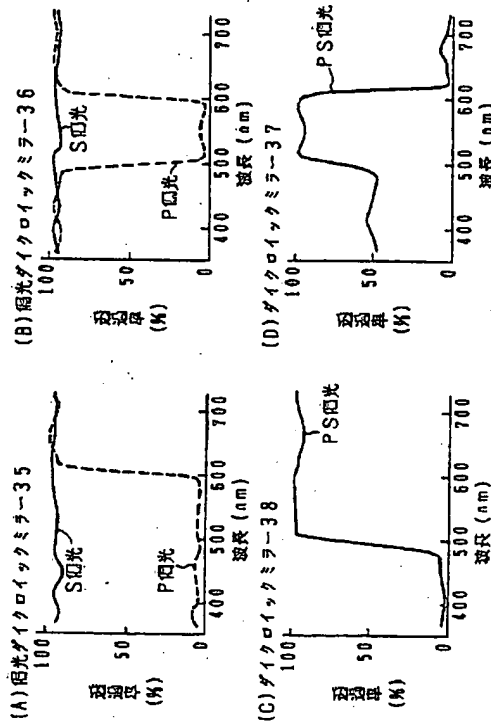
【図19】

従来の投写型表示装置の光学系図



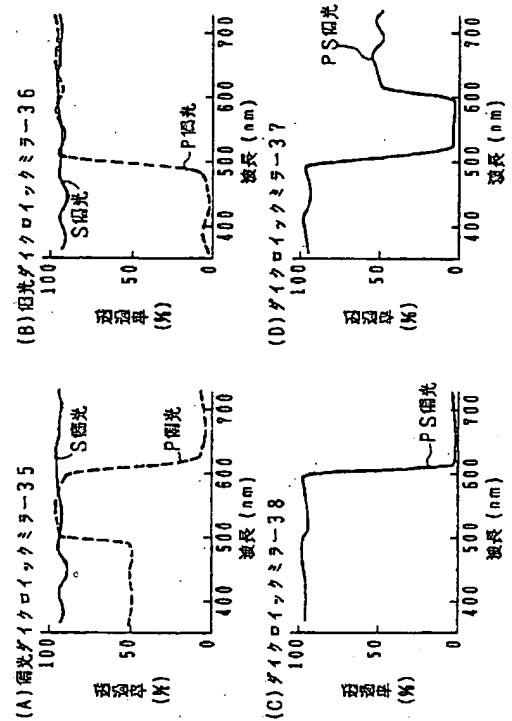
【図9】

本発明の第3実施例第2態様の光学素子特性図



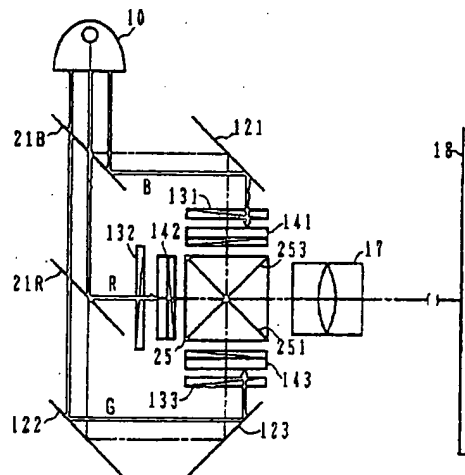
【図10】

本発明の第3実施例第3態様の光学素子特性図



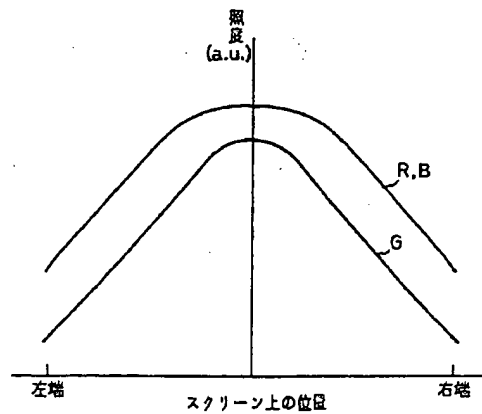
【図20】

従来の他の投写型表示装置の光学系図



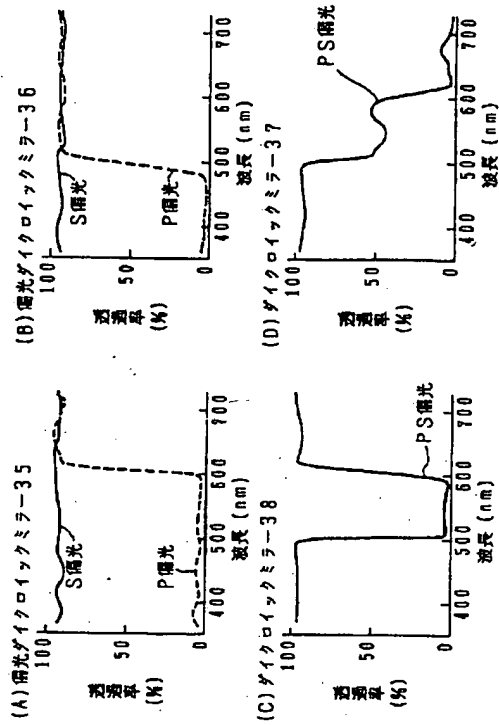
【図21】

図20の装置のスクリーン上の照度を示す図



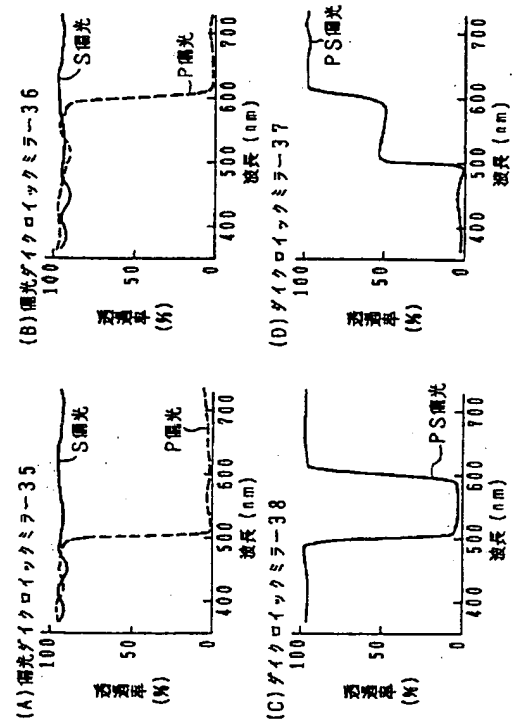
【図11】

本発明の第3実施例第4態様の光学素子特性図



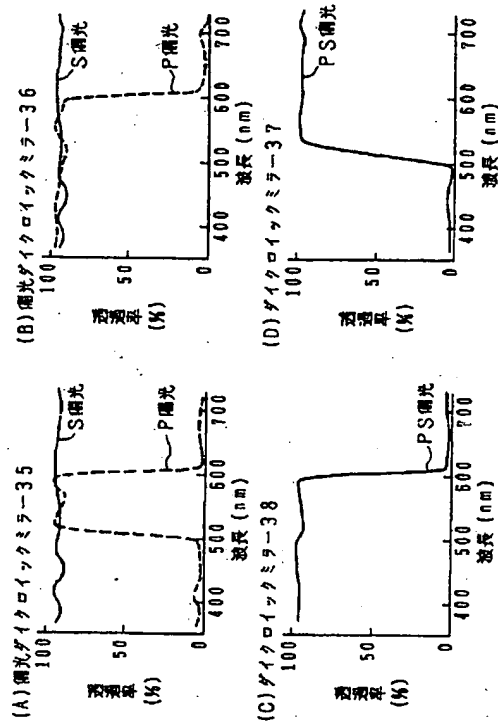
【図12】

本発明の第3実施例第5態様の光学素子特性図



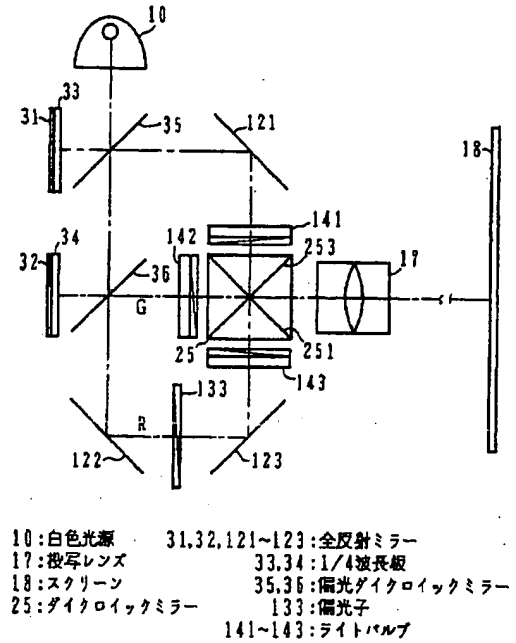
【図13】

本発明の第3実施例第6態様の光学素子特性図



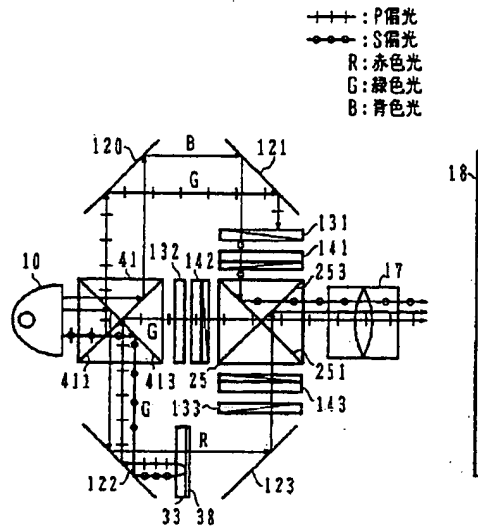
【図15】

本発明の第5実施例の投写型表示装置の光学系図



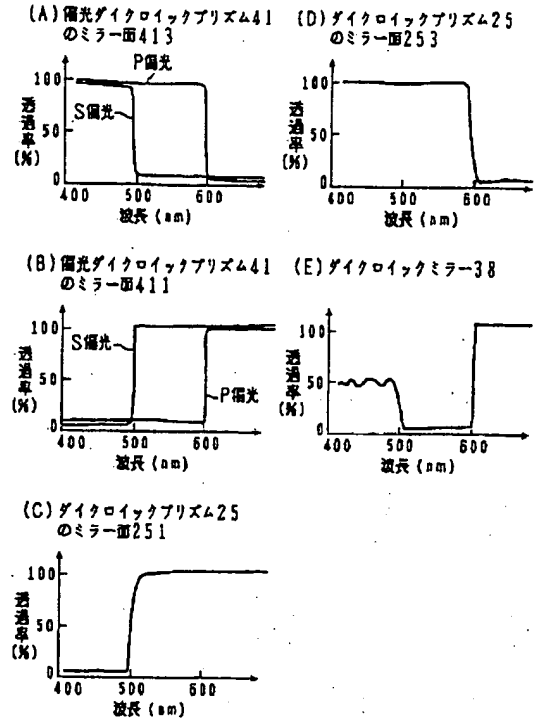
【図17】

本発明の第6実施例の投写型表示装置の光学系図



【図18】

本発明の第6実施例の光学素子特性図



フロントページの続き

(72)発明者 山口 久

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内